

04-006

### STATISTICAL MODELS FOR AESTHETIC LANDSCAPE ATTRIBUTES CHARACTERIZATION

Zubelzu Mínguez, Sergio <sup>1</sup>; Hernández Colomina, Ana <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid, <sup>2</sup> ANSER  
Ingenieros SL

In the present work a strategy to objectively characterize landscapes based on aesthetics attributes (lines, forms, texture, color, spatial composition and scale) through photographs has been deduced. A set of variables based on physical dimensions (length, angle, area or luminosity) measurable by computer aided design software (CAD) have been proposed. In parallel, population preferences for every analyzed aesthetic attribute have been collected through surveys. Thus, using collected preferences and the deduced set of variables to characterize the aesthetic attributes, respective models to characterized preferences for every attribute have been developed through linear and non-linear regression techniques. Results show that color ( $R^2=0.522$ ), followed by lines ( $R^2=0.346$ ) and forms ( $R^2=0.335$ ), are the most important attributes in order to explain landscape preferences. Accordingly, the deduced expressions to characterize preferences for every attribute, allow incorporating in engineering projects landscape integration criteria according to preferences.

**Keywords:** *landscape; aesthetic attributes; landscape preferences; landscape assessment; statistical models; regression techniques*

### MODELOS ESTADÍSTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PREFERENCIAS POR LOS ATRIBUTOS ESTÉTICOS CONSTITUYENTES DE LOS PAISAJES

En el presente trabajo se propone una estrategia para la caracterización objetiva de los paisajes basada en la medición de sus atributos estéticos (líneas, formas, colores, textura, composición espacial y escala) en fotografías. Se ha deducido una relación de variables basadas en dimensiones físicas (longitudes, superficies, ángulos, luminosidades) medibles mediante software de diseño asistido por ordenador (CAD). En paralelo se han realizado encuestas encaminadas a recopilar las preferencias de la población por cada uno de los atributos estudiados. A partir de la relación de variables propuesta, mediante técnicas de regresión lineal y no lineal, se han deducido expresiones que permiten explicar las preferencias de la población por cada uno de los atributos en las fotografías. Los resultados muestran que la variable con mayor relevancia en las preferencias es el color (alcanzando el modelo deducido un coeficiente de determinación de 0,522), seguido de formas (coeficiente de determinación de 0,346) y líneas (coeficiente de determinación de 0,335). Las expresiones deducidas y la relevancia del color proporcionan una herramienta relevante de cara a incorporar en los proyectos criterios de integración de actividades en el paisaje que tengan en consideración las preferencias de la población.

**Palabras clave:** *paisaje; atributos estéticos; preferencias paisajísticas; gestión paisajística; modelos estadísticos; técnicas de regresión*

Correspondencia: Sergio Zubelzu szubelzu@ucm.es

## 1. Introducción

La relación de necesidad entre percepción y paisaje es conocida y aceptada tanto por algunas de las normas más relevantes para la gestión del paisaje (Consejo de Europa, 2000) como por los primeros trabajos de carácter científico que se llevaron a cabo en relación al paisaje (Laurie, 1975; Tuan, 1979). Pero la vinculación entre percepción y paisaje complica en gran medida la gestión práctica del recurso debido a la incorporación de la subjetividad (Tveit, 2009) lo que ha hecho que muchos de los modelos para la valoración del paisaje traten de soslayar esta presencia y persigan caracterizar el recurso en base a sus cualidades intrínsecas de carácter físico, ambiental o territorial (Coeterier, 1996; Zubelzu y Allende, 2015).

A pesar de la complejidad inherente a la percepción, sí existen determinados modelos que afrontan su existencia, básicamente mediante dos tipos de soluciones: relacionando los atributos físicos con la percepción mediante técnicas estadísticas o incorporando atributos estéticos o psicológicos en la propia caracterización del paisaje.

Dentro de la primera clase de soluciones pueden incluirse los denominados modelos mixtos (Daniel, 2001), desarrollados mayoritariamente mediante técnicas de regresión (Arriaza et al, 2004, Cañas, Ayuga y Ayuga, 2009; Schirpke, Tasser y Tappeiner, 2013; Ramírez et al, 2011, Zubelzu y Hernández, 2015). Esta clase de modelos cuentan con el inconveniente de la escasa aplicabilidad más allá del tipo de paisaje específico a partir del cual se han desarrollado debido a las propias características de la técnica estadística de regresión.

Por su parte, los modelos que incorporan variables de carácter estético en el proceso de percepción podrían incluirse dentro de la denominada clase de métodos indirectos (Arriaza et al, 2004) y entre ellos se encuentran algunos de los métodos más aplicados en la práctica como por ejemplo los propuestos por las agencias estadounidenses (BLM, 1989a; BLM, 1989b; BLM, 1989c; Smardon et al., 1979) o aquellos mediante los que se han llevado a cabo la caracterización oficial de regiones (Otero et al, 2007) o de países completos (Mata Olmo y San Herraiz, 2003).

Entre todos los anteriores, quizás las propuestas más relevantes son las que proceden de las agencias estadounidenses tanto por su carácter obligatorio en los Estados Unidos como por la cantidad de trabajos que posteriormente se han desarrollado a partir de ellos (García et al. 2003; García et al, 2006; García-Moruno et al, 2010; Zubelzu y del Campo, 2014; Zubelzu y Hernández, 2014). Estos modelos exigen caracterizar un conjunto de atributos (líneas, formas, color, textura, composición espacial y escala) que constituyen la base de los procesos de percepción humana (Lewis, Borst y Kosslyn, 2011; Moutoussis y Zeki, 1997a; 1997b), hecho que garantiza la proximidad del proceso de gestión del paisaje con la percepción humana.

El hecho de desagregar en atributos tal y como proponen estos autores permite un conocimiento desagregado de las características constituyentes del paisaje lo que avala una gestión del recurso particularizada y específica para cada necesidad paisajística concreta. Además, la vinculación de cada atributo constituyente con la percepción permite una gestión del paisaje acorde con los procesos de percepción y por tanto con las preferencias de la población. Pero sin embargo, la concepción holística del paisaje (Antrop, 2001) desacreditaría el valor global deducido por esta clase de métodos puesto que implica que el paisaje resulta ser una entidad superior a la simple adición de sus elementos constituyentes.

No obstante, la crítica al resultado global de esta clase de métodos no debe impedir analizar de forma aislada cada uno de los atributos constituyentes. Es más, este ejercicio referido a los atributos formales en los que se basan las etapas iniciales objetivas de la percepción (líneas, formas, colores, textura, composición espacial y escala), permitiría modelizar las

preferencias por cada uno de los elementos que componen el paisaje identificando los elementos relevantes y permitiendo una gestión del recurso adaptada a las preferencias de la población.

De esta forma, el objetivo principal del presente trabajo ha sido caracterizar las preferencias de la población por cada uno de los atributos estéticos (líneas, formas, colores, textura, composición espacial y escala) en los que puede desagregarse el paisaje. De forma complementaria al objetivo anterior se han propuesto una serie de objetivos secundarios:

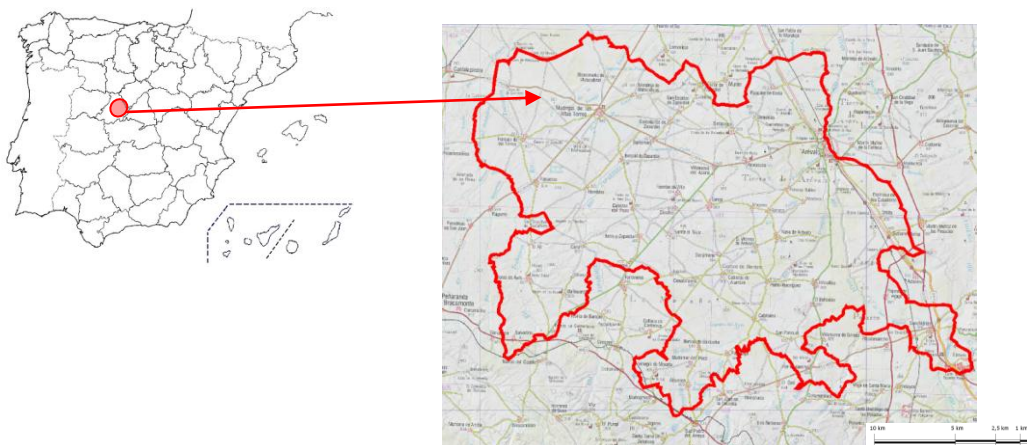
- Proponer una estrategia para la medición objetiva de los atributos formales considerados: líneas, formas, colores, textura, composición espacial y escala.

Analizar las relaciones existentes entre las preferencias por cada uno de los atributos.

## 2. Materiales y métodos

Para alcanzar los objetivos referidos se ha procedido a trabajar en varias líneas. En primer lugar se ha delimitado el tipo de paisaje sobre el que se realiza el estudio. En la medida en la que, de acuerdo con Berleant (2010), no tiene sentido buscar jerarquías universales de paisajes, se ha optado por circunscribir el estudio a un tipo de paisaje caracterizado por la presencia mayoritaria de cultivos de cereal en régimen extensivo, seleccionando la Comarca de La Moraña (Ávila), cuya localización puede observarse en la figura 1.

**Figura 1. Localización de la comarca de La Moraña (Ávila, España)**



Para caracterizar los atributos que definen el tipo de paisaje se realizó una campaña de campo identificando un total 1.518 fotografías representativas del mismo. En la medida en la que no es posible representar fielmente cada una de las posibles gamas que presentan los 6 atributos estudiados, así como las posibles combinaciones entre ellos, finalmente se optó por seleccionar un número de fotografías suficiente para representar los atributos y garantizar que las encuestas encaminadas a recopilar la opinión de los individuos proporcionasen resultados fiables. El número definitivo ascendió a 100 fotografías, algunas de las cuales pueden observarse en la figura 2.

**Figura 2. Ejemplo de fotografías empleadas para caracterizar los atributos presentes en las fotografías**



Sobre estas fotografías se realizó una encuesta a un conjunto de individuos solicitando que valorasen mediante una escala tipo Lykert (entre los valores 1 –me gusta poco– 5 –me gusta mucho–) cada uno de los atributos analizados (líneas, formas, colores, textura, composición espacial y escala). El tamaño final de la muestra ascendió a 125 individuos (suficiente para garantizar que se estimaban los valores medios con una amplitud del intervalo de confianza del 5% de la extensión de la escala de valoración, suponiendo una desviación típica máxima del 10%, también de la extensión de escala de valoración, y para un nivel de significación del 5%, lo cual requería una muestra mínima de 62 individuos). Las encuestas se realizaron en diferentes sesiones en las que las fotografías se expusieron en diferentes órdenes para evitar el efecto derivado del cansancio o de la influencia de la fotografía previamente valorada.

Para caracterizar los atributos hubieron de definirse en primer lugar cada uno de ellos como sigue:

- Las líneas se generan por el contraste entre dos colores adyacentes y son rectas (unen dos puntos sin cambios de dirección) o curvas (arcos de circunferencia).
- Las formas proceden de delimitar objetos aislables sobre un fondo, sin que alcancen a constituir un patrón en la escena.
- La textura se origina a partir de un conjunto de granos que se repiten hasta formar un patrón en la escena.
- La composición espacial la definen las líneas del horizonte (entendidas de igual forma que en el atributo líneas) y las superficies ocupadas en la fotografía por el cielo y por el resto de elementos presentes.
- Dentro de la escala se incluye cualquier elemento (entendido de igual manera que en el atributo formas) que genere contraste respecto de cualquiera de los atributos medidos en el resto de la escena.
- El color se define a partir de los modos de medida RGB (rojo, verde, azul) y Lab (L, a, b), para contrastar los resultados en dos modos de medición diferentes.

Las variables que permiten caracterizar de forma objetiva los atributos anteriores se basan en la propuesta de medición ya desarrollada en trabajos previos (Zubelzu y del Campo,

2014; Zubezu y Hernández, 2014) que consiste en caracterizar cada uno de ellos mediante dimensiones físicas medibles en fotografías. La relación de variables empleadas para cada uno de los atributos queda expuesta en la tabla 1.

**Tabla 1. Relación de variables empleadas para caracterizar los atributos formales empleados**

LÍNEAS		
Número total de líneas (CTL), Longitud media (LML), Desviación típica longitud media (DTLL),		
<u>Líneas rectas:</u> Número (LCR)	<u>Líneas curvas:</u> Número (LCC)	
<u>Longitud:</u> media (LLR), desviación típica (LDTLLR)	<u>Longitud:</u> media (LLC), desviación típica (LDTLC)	
<u>Ángulo:</u> media (LAR), desviación típica (LDTAR)	<u>Radio:</u> media (LRC), desviación típica (LDTRC)	
FORMAS		
Número (CTF), media superficie (SMF), desviación típica superficie media (DTSMF), media longitud eje (LMEJEF), desviación típica longitud eje (DTLMEJEF), media ángulo eje (AMEJEF), desviación típica ángulo eje (DTAMEJEF)		
<u>Geometría</u>	<u>Geométricas:</u> Número (FCGG), superficie media (FSGG), desviación típica (FDTSGG)	
	<u>Intermedias:</u> Número (FCIG), superficie media (FSIG), desviación típica (FDTSIG)	
	<u>Amorfas:</u> Número (FCAG), superficie media (FSAG), desviación típica (FDTSAG)	
<u>Complejidad</u>	<u>Simple:</u> Número (FCSC), superficie media (FSSC), desviación típica (FDTSSC)	
	<u>Intermedias:</u> Número (FCIC), superficie media (FSIC), desviación típica (FDTSIC)	
	<u>Complejas:</u> Número (FCCC), superficie media (FSCC), desviación típica (FDTSCC)	
TEXTURA		
Número (CTT), superficie media (SMT), desviación típica (DTSMT)		
<u>Granos finos:</u> Número (TCF), superficie media (TSF), desviación típica (TDTSF)	<u>Granos medios:</u> Número (TCF), superficie media (TSF), desviación típica (TDTSF)	<u>Granos gruesos:</u> Número (TCG), superficie media (TSG), desviación típica (TDTSG)
COMPOSICIÓN ESPACIAL		
Número de líneas del horizonte (CTLCE), longitud media (LMLCE), desviación típica (DTLMCE)		
<u>Líneas rectas:</u> Número (LCR)	<u>Líneas curvas:</u> Número (LCC)	
<u>Longitud:</u> Mean (LLR), desviación típica (LDTLLR)	<u>Longitud:</u> Media (LLC), desviación típica (LDTLC)	
<u>Ángulo:</u> Media (LAR), desviación típica (LDTAR)	<u>Radio:</u> Media (LRC), desviación típica (LDTRC)	
<u>Superficies en la fotografía:</u> proporción de cielo (SSK), proporción del resto de superficie (STER)		
ESCALA		
<u>Elementos:</u> Número de elementos incluidos en el atributo escala (CE), superficie media (SME), desviación típica (DTSME)		
<u>Eje</u>	<u>Longitud:</u> Media (LEJEE), desviación típica (DTLEJEE)	
	<u>Ángulo:</u> Media (AME), desviación típica (DTAME)	
COLOR		
<u>RGB:</u> media (MRGB), desviación típica (DTRGB)		
<u>RGB-verde:</u> valor absoluto de la diferencia entre RGB y verde (RGBGREEN)		
<u>RGB-azul:</u> valor absoluto de la diferencia entre RGB y azul (RGBBLUE)		
<u>RGB-rojo:</u> valor absoluto de la diferencia entre RGB y rojo (RGBRED)		
<u>Lab:</u> media (MMIX), desviación típica (DTMMIX)		

<u>RGB</u>	<u>Rojo</u> : media (CMR), desviación típica (CDTR)
	<u>Verde</u> : media (CMV), desviación típica (CDTV)
	<u>Azul</u> : media (CMA), desviación típica (CDTA)
	<u>Rojo-Verde</u> : valor absoluto de la diferencia entre rojo y verde (RV)
	<u>Rojo-Azul</u> : valor absoluto de la diferencia entre rojo y azul (RA)
	<u>Azul-Verde</u> : valor absoluto de la diferencia entre azul y verde (VA).
<u>Lab</u>	<u>L</u> : media (CML), desviación típica (CDTL)
	<u>a</u> : media (CMA), desviación típica (CDTa)
	<u>b</u> : media (CMB), desviación típica (CDTb)
	<u>a-b</u> : valor absoluto de la diferencia entre los valores de los ejes a y b (Ca-b)

Una vez caracterizados los atributos y medidas las variables en las fotografías se analizaron las características de la relación existente entre los atributos y las preferencias. Para ello se estudiaron los coeficientes de correlación lineal y se realizaron ajustes estadísticos basados en técnicas de regresión lineal múltiple y regresión no lineal. La solución para el modelo lineal se obtuvo mediante el método de los mínimos cuadrados generalizados (Zubelzu, 2014) a partir de un proceso de eliminación de variables, mientras que para los ajustes no lineales se empleó el método de Gauss-Newton y se probaron modelos logarítmico, inverso, cuadrático, cúbico, power, curva-S, curva crecimiento, exponencial, compuesto, logístico, así como combinaciones entre los referidos métodos y el modelo lineal de cara a obtener el mejor resultados posible.

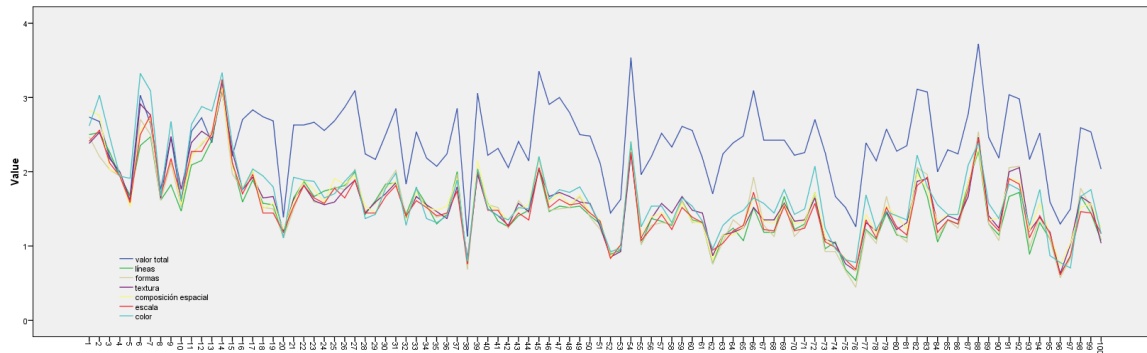
Para el tanteo de los modelos de regresión citados se definió como variable dependiente las preferencias expresadas por la población para cada uno de los atributos mientras que las variables que caracterizan los atributos adoptaron el papel de variables independientes.

La selección del modelo óptimo de entre los lineales y no lineales se realizó empleando el coeficiente de determinación corregido (Achen, 1982), mientras que para testear la bondad de los coeficientes de regresión y determinación se emplearon los contrastes basados en los estadísticos t-Student y F-Snedecor (Gujarati, 1995) para sendos niveles de significación del 5%.

### 3. Resultados y discusión

Las variables expuestas en la tabla 1 constituyen las variables independientes de los modelos de regresión a deducir de cara a explicar las preferencias. Los resultados de las preferencias por cada una de las 100 escenas muestran en general unas preferencias superiores por el conjunto de las escenas de las que expresan por cada uno de los atributos (figura 3), lo que tendería a confirmar las conclusiones de Antrop (2001) sobre el carácter holístico del paisaje y las críticas a los modelos indirectos respecto del valor global deducido para el paisaje.

**Figura 3. Valores promedio globales y para cada uno de los atributos en cada una de las fotografías analizadas**



Esta diferencia entre el valor total otorgado a las escenas y el valor otorgado a cada uno de los atributos podría también justificar la componente interpretativa subjetiva que se observa en las etapas finales del proceso de percepción y en la que influyen los componentes aprehendidos (sociales y culturales de cada individuo) en la línea de las conclusiones de los trabajos de Hörnstern y Fredman, (2000), Kaltenborn y Bjerke (2002), Misgav (2000), Hunziker et al. (2008) o Tveit (2009) quienes han puesto de manifiesto la relevancia de esta clase de factores en las preferencias de los individuos por los paisajes.

El hecho de que el valor de ninguno de los atributos se aproxime al valor de la escena en su conjunto implicaría además que ninguno de los atributos tiene una relevancia especial en la formación del valor de la escena, hecho que se confirma a la vista de los coeficientes de correlación lineal entre el valor otorgado al conjunto de la escena y el proporcionado a cada uno de los atributos (tabla 2) en los que se observa que todos los atributos mantienen una relación de intensidad similar con el valor final otorgado.

**Tabla 2. Coeficientes de correlación lineal entre los valores asignados a cada uno de los atributos y el valor asignado a la escena en conjunto**

		VALOR LÍNEAS (VL)	VALOR FORMAS (VF)	VALOR TEXTURA (VT)	VALOR COMPOSICIÓN ESPACIAL (VCE)	VALOR ESCALA (VE)	VALOR COLOR (VC)
Valor promedio	Correlación	0,696	0,746	0,686	0,710	0,687	0,677
	Significación (bilateral)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

El paso siguiente ha consistido en identificar los modelos óptimos para explicar las preferencias por cada uno de los atributos a partir de cada uno de los conjuntos de variables que las caracterizan. Los resultados de este ejercicio quedan expuestos en la tabla 3.

**Tabla 3. Resultados para los ajustes lineales óptimos obtenidos para cada atributo a partir de la mejor combinación lineal de de variables**

	MODELO	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>c</sub>
LÍNEAS	LDTRC, LCC, LDTLLR, LDTLC	0,319	0,290
FORMAS	FDTSCC, FCIG, FSIC, FDTSAG, FCAG, FCGG, FCIC, FSCC, FCSC, FDTSIG, FSGG, FCCC	0,357	0,268
TEXTURA	TDTSM, TCF, TSM	0,104	0,076
COMPOSICIÓN ESPACIAL	CEDTLC, CECC, CEAR, CERC, CECR, CELR, CEDTAR	0,200	0,140

	MODELO	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>c</sub>
ESCALA	EL, EDTS, ES, EC, EDTL	0,055	0,005
COLOR	CDTV, CDTR, CDTA, RA	0,542	0,522

Los resultados muestran en general coeficientes de determinación reducidos destacando los vinculados al color y a las líneas. Analizando los resultados de los ajustes no lineales (tabla 4), puede observarse cómo los mejores coeficientes de determinación corregidos proporcionados por esta clase de modelos son superiores para todos los atributos salvo para color, composición espacial y formas.

**Tabla 4. Resultados de los coeficientes de determinación para los mejores modelos no lineales**

ATRIBUTO	TIPO DE MODELO	VARIABLE	R <sup>2</sup> <sub>c</sub>
LÍNEAS	Cuadrático, cúbico	LCC	0,310
FORMAS	Cúbico	FSCC	0,165
TEXTURA	Cúbico	TDTSM	0,129
COMPOSICIÓN ESPACIAL	Cúbico	CECR, CEDTAR	0,094
ESCALA	Cúbico	EDTS	0,059
COLOR	Cúbico	RA	0,472

Vista la aptitud de determinados tipos de modelos no lineales basados en expresiones polinómicas se realizaron pruebas adicionales empleando diferentes tipos de combinaciones polinómicas con las variables expuestas en la tabla 1, obteniendo mejores resultados para todos los atributos excepto para el atributo color. La composición de los modelos definitivos óptimos junto con los coeficientes de determinación de cada uno de ellos quedan reflejados en la tabla 5.

**Tabla 5. Composición y coeficiente de determinación de los modelos óptimos para explicar las preferencias por cada uno de los atributos**

ATRIBUTO	TIPO DE MODELO	R <sup>2</sup> <sub>c</sub>
Líneas	Combinación de modelos no lineales (cúbicos para número total de líneas y longitud de líneas curvas)	0,346
Formas	Combinación de modelos no lineales (cúbicos para número de formas intermedias según geometría, superficie y superficie de geométricas y cuadrático para desviación típica de formas complejas).	0,335
Textura	Combinación de modelos no lineales (cúbicos para número total de granos, superficie y desviación típica del total de granos).	0,233
Composición espacial	Combinación de modelos no lineales (cúbicos para la superficie del terreno y la longitud media y número de líneas en total).	0,275
Escala	Combinación de modelos no lineales (cúbicos para la desviación típica de la superficie media y de la longitud del eje).	0,067
Color	Lineal (incluye desviaciones típicas de rojo, azul y verde y diferencia entre rojo y azul).	0,522

Los resultados expuestos en la tabla 5 muestran cómo la capacidad explicativa de color, especialmente, de líneas y formas es superior al resto de atributos lo que puede interpretarse en la línea de una mayor comprensión de estos atributos por parte de los encuestados o en el sentido de su mayor influencia en la formación de las preferencias por la fotografías tal y como dedujo González (2000), con carácter general, o vinculado a



determinadas formaciones vegetales y su relación con el color verde, como propusieron Hörnstern y Fredman (2000) o Kaltenborn y Bjerke (2002). La capacidad explicativa intermedia alcanzada tanto en textura como en composición espacial puede vincularse con las características de las escenas observadas en las que la textura presenta una elevada homogeneidad vinculada con los granos del cereal y la composición espacial es propia de zonas eminentemente llanas o con suaves ondulaciones. Por último la escala queda vinculada a la presencia de elementos que de forma significativa contrastar con lo existente en el entorno, circunstancia que justificaría la escasa capacidad explicativa de los modelos desarrollados.

En la tabla 6 se incluye la caracterización de cada uno de los modelos óptimos expuestos en la tabla 5.

**Tabla 6. Estructura de los modelos óptimos deducidos para explicar las preferencias por cada uno de los atributos**

ATRIBUTO LÍNEAS
$VL = 1,156 + 0,13CTL + 0,0001CTL^2 + 8,02 \cdot 10^{-6} CTL^3 + 0,053LCC + 0,0001LCC^2 + 2,23 \cdot 10^{-5} LCC^3$
ATRIBUTO FORMAS
$VF = 1,225 + 0,06FCIG - 0,002FCIG^2 + 4,4 \cdot 10^{-7} FCIG^3 + 0,005FSCC - 3,88 \cdot 10^{-5} FSCC^2 + 1,17 \cdot 10^{-7} FSCC^3 + 0,008FDTSCC - 8,1 \cdot 10^{-5} FDTSCC^2 - 0,005FSGG + 0,0001FSGG^2 - 1,12 \cdot 10^{-6} FSGG^3$
ATRIBUTO TEXTURA
$VT = 1,301 + 6,624TDISM - 39,423TDISM^2 + 69,22TDISM^3 + 0,004TCG + 0,0001TCG^2 + 4,6 \cdot 10^{-7} TDG^3 + 0,38TSG - 0,001TSG^2 + 7,2 \cdot 10^{-6} TSG^3$
ATRIBUTO COMPOSICIÓN ESPACIAL
$VCE = 3,26 - 0,001STERRENO + 2 \cdot 10^{-7} STERRENO^2 - 9,4 \cdot 10^{-12} STERRENO^3 - 0,01LMLINEACE - 0,0001LMLINEACE^2 + 1,8 \cdot 10^{-6} LMLINEACE^3 + 0,22CTLINEA - 0,03CTLINEA^2 + 0,001CTLINEA^3$
ATRIBUTO ESCALA
$VE = 1,15 + 0,004DTSME - 5,9 \cdot 10^{-6} DTSME^2 + 2,76 \cdot 10^{-9} DTSME^3 + 0,048DTLEJE - 0,005DTLEJE^2 + 5,8 \cdot 10^{-5} DTLEJE^3$
ATRIBUTO COLOR
$VC = -0,818 + 0,031CDTR - 0,052CDTV + 0,031CDTA + 3,008RA$

La interpretación de los modelos expuestos en la tabla 6 en términos de caracterización de las preferencias no es sencilla debido a la aparición de coeficientes de distinto signo y orden de magnitud vinculados a variables de orden cúbico y cuadrático, lo que compensaría el efecto de las variaciones en las variables.

Sí parece poder afirmarse que las preferencias aumentan, débilmente, al hacerlo el número de líneas presentes en las escenas. Relación que puede considerarse vinculada con la presencia de mosaicos de parcelas (figura 4).

**Figura 4. Ejemplos que justifican las relaciones observadas entre las variables referidas al atributo líneas y las preferencias por dicho atributo**



Las preferencias son decrecientes para las variables referidas al valor medio y la variabilidad de las superficies de las formas simples y geométrica. Esto parece guardar relación con las formas generadas por las edificaciones (figura 5) al haberse observado un descenso del valor otorgado a estas fotografías.

**Figura 5. Ejemplos que justifican las relaciones observadas entre las variables referidas al atributo formas y las preferencias por dicho atributo**



Las relaciones con la textura son complejas de analizar y no cabe extraer ninguna conclusión relevante.

En cuanto a la composición espacial parecen descender las preferencias al aumentar la superficie de terreno, lo que invitaría a pensar en preferencias crecientes por escenas panorámicas. También parecen decrecer al aumentar la longitud de las líneas rectas, indicativo de horizontes sencillos como el expuesto en la figura 6.

**Figura 6. Ejemplos que justifican las relaciones observadas entre las variables referidas al atributo composición espacial y las preferencias por dicho atributo**



Finalmente, los modelos vinculados tanto a escala como a color no permiten deducir ninguna relación evidente.

#### **4. Conclusiones**

La relación de variables expuestas empleadas permite una caracterización objetiva de los paisajes. Los resultados de las preferencias por cada uno de los atributos no permiten deducir la preponderancia de ninguno de ellos de cara a explicar las preferencias por el conjunto de la escena. La comparación entre el valor otorgado al conjunto y el valor otorgado a los atributos para cada una de las escenas permite además concluir las cifras más elevadas del primero en relación a los segundos lo que induciría a pensar en la existencia de una componente interpretativa en la percepción del conjunto de la escena ausente en la valoración individualizada de cada uno de los atributos.

Los procesos de percepción de cada uno de los atributos son complejos y no pueden explicarse mediante modelos lineales, sino a partir de expresiones cúbicas y cuadráticas en las que las características de cada variable ejercen diferentes efectos en función de la intensidad con la que se presenta en la escena. A pesar de tal complejidad, el atributo cuyas preferencias mejor se explican a través de la relación de variables que las caracterizan es el color, seguido de líneas y formas.

Dentro de los atributos, los patrones extraídos permiten concluir que las preferencias son crecientes en general ante la presencia de líneas, ante cualquier tipo de formas excepto las geométricas o simples, ante la presencia de granos de tamaño medio y ante la variabilidad en la luminosidad entre las tres gamas de color. Por el contrario, las preferencias decrecen ante la presencia de líneas curvas, granos finos o gruesos o elevados valores medios de luminosidad de las tres gamas de color.

#### **5. Referencias**

- Achen, C. H. (Ed.). (1982). *Interpreting and using regression* (Vol. 29). London: Sage Publications.
- Antrop, M. (2001). Background concepts for integrated landscape analysis. *Agriculture, ecosystems and environment* 77, 17-28.
- Arriaza, M. Cañas-Ortega, J. F., Canas-Madueño, J. A., & Ruiz-Aviles, P. (2004). Assessing the visual quality of rural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 69(1), 115-125.

- Berleant, A. (2010). Reconsidering Scenic Beauty. *Environmental Values*, 19(3), 335-350.
- BLM (1980a). Visual Resource Management. Manual 8400. Washington: Bureau of Land Management.
- BLM (1980b). Visual Resource Inventory. Manual H-8410-1. Washington: Bureau of Land Management. Washington.
- BLM (1980c). Visual Resource Contrast Rating. Manual 8431. Washington: Bureau of Land Management. Washington.
- Cañas, I., Ayuga, E. & Ayuga, F. (2009). A contribution to the assessment of scenic quality of landscapes based on preferences expressed by the public. *Land Use Policy*, 26(4), 1173-1181.
- Coeterier, J. F. (1996). Dominant attributes in the perception and evaluation of the Dutch landscapes. *Landscape Urban Planning* 34, 27-44.
- Consejo de Europa, (2000). Council of Europe, (2000). European Landscape Convention. CETS N° 176. Disponible on line en: <http://conventions.coe.int/Treaty/Commun/QueVoulezVous.asp?NT=176&CM=8&CL=ENG>.
- Daniel, T. C. (2001). Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning* 25: 267-281.
- García, L., Hernández, J. & Ayuga, F. (2003). Analysis of the exterior colour of agroindustrial buildings: a computer aided approach to landscape integration. *Journal of Environmental Management*, 69(1), 93-104.
- García, L., Hernández, J. & Ayuga, F. (2006). Analysis of the materials and exterior texture of agro-industrial buildings: a photo-analytical approach to landscape integration. *Landscape and Urban Planning* 74(2), 110-124.
- García-Moruno L., Montero-Parejo M. J., Hernández-Blanco J. & López-Casares, S. (2010). Analysis of lines and forms in buildings to rural landscape integration. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 833-847.
- González, R. (2000). La fotografía como elemento para el análisis y la simulación del paisaje forestal. Unpublished Ph.D dissertation. Polytechnic University of Madrid. Madrid.
- Gujarati, D. N. (1995). *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill.
- Hörnster, L. & Fredman, P. (2000). On the distance to recreational forests in Sweden. *Landscape and urban planning*, 51(1), 1-10.
- Hunziker, M., Felber, P., Gehring, K., Buchecker, M., Bauer, N., & Kienast, F. (2008). Evaluation of landscape change by different social groups. *Mountain Research and Development*, 28, 140-147.
- Kaltenborn, B. & Bjerke, T. (2002). Visualization on forest landscape preference research: a finish perspective. *Landscape and urban planning*, 59(1), 1-11.
- Laurie, I.C. (1975). Aesthetic factors in visual evaluation. In: Zube, E.N., Brush, R.O., Fabos, J.G. (Eds.), *Landscape Assessment: Values, Perceptions and Resources*. Dowden Hutchinson and Ross, Stroudsburg, 102-117.
- Lewis, K. J. S., Borst, G. & Kosslyn, S. M. (2011). Integrating visual mental images and visual percepts: new evidence for depictive representations. *Psychological Research-Psychologische Forschung*, 75(4), 259-271.
- Mata Olmo, R. & Sanz Herraiz, C. (Dirs.) (2003) *Atlas de los paisajes de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Misgav, A. (2000). Visual preference of the public for vegetation groups in Israel. *Landscape and urban planning*, 48(3-4), 143-159.
- Moutoussis, K. & Zeki, S. (1997a). A direct demonstration of perceptual asynchrony in vision. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 264(1380), 393-399.
- Moutoussis, K. & Zeki, S. (1997b). Functional segregation and temporal hierarchy of the visual perceptive systems. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 264(1387), 1407-1414.

- Otero, I. Mancebo, S. Ortega, E. & Casermeiro, M. A. (2007). Mapa de calidad del paisaje en España. *Revista electrónica de medio ambiente Universidad Complutense de Madrid*, 4, 18-34.
- Ramírez, A., Ayuga, E., Gallego, E., Fuentes, J. M. & García, A. I. (2011). A simplified model to assess landscape quality from rural roads in Spain. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 142(3-4), 205-212.
- Riitters, K. H., O'Neill, R. V., Hunsaker, C. T., Wickham, J. D., Yankee, D. H., Timmins, S. P., et al. (1995). A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. *Landscape Ecology*, 10, 23–39.
- Schirpke, U., Tasser, E. & Tappeiner, U. (2013). Predicting scenic beauty of mountain regions. *Landscape and Urban Planning*, 111, 1-12.
- Smardon, R. C., Appleyard, D., Sheppard, S. R. J. & Newman, S. (1979). *Prototype Visual Impact Assessment Manual*. New York: Syracuse State University.
- Tuan, Y. F. (1979). Thought and landscape. In: Meining, D.W. (Ed.), *The interpretation of ordinary landscapes*. New York: Oxford University Press.
- Tveit, M. S. (2009). Indicators of visual scale as predictors of landscape preference; a comparison between groups. *Journal of Environmental Management*, 90(9), 2882–2888.
- Zubelzu S, & Allende, F. (2015). El concepto del paisaje y sus elementos constituyentes. Requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España. Cuadernos de Geografía: *Revista Colombiana de Geografía*, 18(1), 71-81.
- Zubelzu, S., & del Campo, C. (2014). Assessment method for agricultural landscapes through the objective quantification of aesthetic attributes. *International Journal of Environmental Research*, 8(4), 1251-1260.
- Zubelzu, S. & Hernández, A. (2014). Methodology to calculate landscape impacts through aesthetic attributes. Application to road transport infrastructures on rural landscapes. XVIII International Congress on Project Management and Engineering.
- Zubelzu, S. & Hernández, A., (2015). Método de valoración de paisajes forestales basado en el uso de atributos estéticos como variables explicativas de las preferencias. *Madera y Bosques* 21(1).

